



PATENT  
81863.0022

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Yoshihiro YUU et al.

Serial No: 10/687,947

Filed: October 17, 2003

For: Actuator, Its Manufacturing  
Method and Printing Head

Art Unit: 1772

Examiner: Not assigned

**TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

I hereby certify that this correspondence  
is being deposited with the United States  
Postal Service with sufficient postage as  
first class mail in an envelope addressed  
to:

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450, on  
January 28, 2004

Date of Deposit

Gary Chernyavsky

Name

Signature

1/28/04

Date

Dear Sir:

Enclosed herewith are certified copies of Japanese patent application  
Nos. 2002-303548 filed October 17, 2002, 2002-306276 filed October 21, 2002 and  
2002-311829 filed October 25, 2002, from which priority is claimed under 35 U.S.C.  
§ 119 and Rule 55.

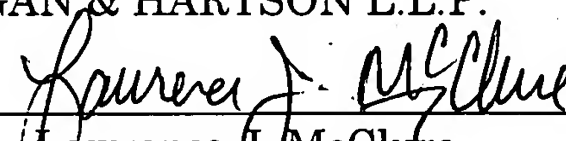
Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to  
ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

HOGAN & HARTSON L.L.P.

Date: January 28, 2004

By:

  
Lawrence J. McClure  
Registration No. 44,228  
Attorney for Applicant(s)

500 South Grand Avenue, Suite 1900  
Los Angeles, California 90071  
Telephone: 213-337-6700  
Facsimile: 213-337-6701

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2002年10月17日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2002-303548

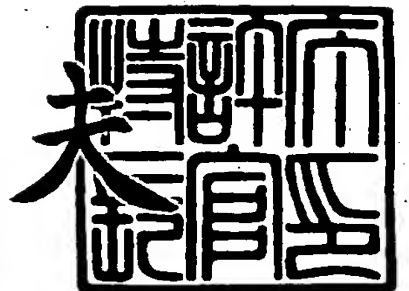
[ST. 10/C]: [JP2002-303548]

出 願 人  
Applicant(s): 京セラ株式会社

2003年 9月19日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 27548

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B41J 2/045

【発明者】

    【住所又は居所】 鹿児島県国分市山下町 1 番 4 号 京セラ株式会社総合研  
    究所内

    【氏名】 由宇 喜裕

【特許出願人】

    【識別番号】 000006633

    【住所又は居所】 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地

    【氏名又は名称】 京セラ株式会社

    【代表者】 西口 泰夫

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 005337

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 アクチュエータ及びその製造方法並びに印刷ヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板の表面に、圧電セラミック層と該圧電セラミック層を挟持する一対の電極からなる変位素子が設けられ、全体の厚みが  $100\mu\text{m}$  以下のアクチュエータにおいて、前記圧電セラミック層と前記基板が、少なくとも Pb、Zr 及び Ti を含むペロブスカイト型結晶を主成分とし、且つ前記圧電セラミック層の表面と前記基板の内部とにおける組成比  $\text{Pb} / (\text{Ti} + \text{Zr})$  の最大差が 0.02 以下であることを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 2】 前記変位素子が、前記基板の表面に複数設けられていることを特徴とする請求項 1 記載のアクチュエータ。

【請求項 3】 前記基板及び前記圧電セラミック層の気孔率が 1% 以下であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のアクチュエータ。

【請求項 4】 少なくとも Pb、Zr 及び Ti を含むペロブスカイト型結晶を主成分とするグリーンシートを積層して内部及び表面に電極を設けた積層体を作製し、該積層体を高濃度酸素雰囲気中で焼成するアクチュエータの製造方法において、前記グリーンシートに含まれる Pb 量が、前記ペロブスカイト型結晶の化学量論組成に相当する Pb 量よりも多いことを特徴とするアクチュエータの製造方法。

【請求項 5】 前記グリーンシートに含まれる Pb の過剰量が 1～5 質量%であることを特徴とする請求項 4 記載のアクチュエータの製造方法。

【請求項 6】 前記グリーンシートの密度が  $4.2\text{ g/cm}^2$  以上であること特徴とする請求項 4 又は 5 記載のアクチュエータの製造方法。

【請求項 7】 前記積層体を  $1000^\circ\text{C} \sim 1100^\circ\text{C}$  で焼成することを特徴とする請求項 4 乃至 6 に記載のアクチュエータの製造方法。

【請求項 8】 前記高濃度酸素雰囲気が、酸素を 98% 以上含むことを特徴とする請求項 4 乃至 7 に記載のアクチュエータの製造方法。

【請求項 9】 流路部材と、該流路部材の上に設けられた請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のアクチュエータとを具備し、前記アクチュエータを構成する前記変

位素子の変位によって前記流路部材に設けられたインク流路に充填されたインクを吐出させることを特徴とする印刷ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、P b、Z r 及びT i を含む圧電セラミック層を主成分とする薄層の焼結体からなるアクチュエータ及びその製造方法、並びに文字や画像の印刷に用いるインクジェット記録装置に好適に用いられる印刷ヘッドに関する。

【0 0 0 2】

【従来技術】

近年、パーソナルコンピュータの普及やマルチメディアの発達に伴って、情報を記録媒体に出力する記録装置として、インクジェット方式の記録装置の利用が急速に拡大している。

【0 0 0 3】

かかるインクジェット方式の記録装置には、印刷ヘッドが搭載されており、この種の印刷ヘッドには、インクが充填されたインク流路内に加圧手段としてのヒーターを備え、ヒーターによりインクを加熱、沸騰させ、インク流路内に発生する気泡によってインクを加圧し、インク吐出孔より、インク流として吐出させるサーマルヘッド方式と、インクが充填されるインク流路の一部の壁を変位素子によって屈曲変位させ、機械的にインク流路内のインクを加圧し、インク吐出孔よりインク流として吐出させる圧電方式が一般的に知られている。

【0 0 0 4】

圧電方式を利用したインクジェット記録装置に用いられる印刷ヘッドは、例えば図3（a）に示したように、複数の溝がインク流路2 3 aとして並設され、各インク流路2 3 aを仕切る壁として隔壁2 3 bを形成した流路部材2 3の上に、アクチュエータが設けられた構造を有する。

【0 0 0 5】

即ち、圧電セラミック層2 4 の一方の主面に共通電極2 5 を形成するとともに、他方の主面に複数の個別電極2 6 を形成し、複数の変位素子2 7 が設けられて

なるアクチュエータが、流路部材 23 の開口部であるインク流路 23a の直上に個別電極 26 を配置するように、アクチュエータと流路部材 23 とを接着する。

#### 【0006】

共通電極 25 と個別電極 26 との間に電圧を印加して変位素子 27 を振動させることによりインク流路 23a 内のインクを加圧し、流路部材 23 の底面に開口させたインク吐出孔 28 よりインク滴を吐出するような構造になっている。

#### 【0007】

また、図 3 (b) に示すように、圧電セラミック層 24 上に個別電極 26 を等ピッチで多数並設し、変位素子 27 を多数設けた印刷ヘッドを構成して各変位素子 27 を独立して制御することにより、インクジェットプリンタの高速化及び高精度化に寄与することが可能である。

#### 【0008】

##### 【特許文献 1】

特開平 10-151739 号公報

#### 【0009】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このようなアクチュエータをインクジェットプリンタの印刷ヘッドとして用いる場合はアクチュエータの変位バラツキを抑制することが重要であるが、焼結体を圧電セラミック層として用いた場合、特性バラツキが大きいことから、変位バラツキが大きくなり、その結果インクの吐出にバラツキが生じるため、記録される文字や画像にバラツキや鮮明度が悪くなり、さらに高速印刷が出来なくなるという問題があった。

#### 【0010】

また、変位素子 7 はアクチュエータとして十分に大きな変位を得るために、アクチュエータの厚みを  $100\mu\text{m}$  以下にする必要があるが、Pb を含む圧電焼結体からなる圧電セラミック層は、焼成時に Pb が蒸発し、得られた焼結体の組成がバラツキ、その結果アクチュエータの特性バラツキを抑制することが十分ではないという問題があった。

#### 【0011】

さらに、 $100\mu\text{m}$ 以下のアクチュエータを得るために、焼結によって得られた厚い圧電磁器からPbが蒸発した表面部を除去し、内部の均一な組成を利用しようとしても、 $100\mu\text{m}$ 以下の薄い磁器に研削することは実際には困難であり、組成バラツキの無い薄層の磁器からなるアクチュエータの作製は困難であった。

#### 【0012】

本発明は、組成バラツキのない圧電磁器からなる $100\mu\text{m}$ 以下のアクチュエータ及びその製造方法並びに印刷ヘッドを提供することを目的とする。

#### 【0013】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、Pb、Zr及びTiを含む圧電磁器の $\text{Pb} / (\text{Ti} + \text{Zr})$ 比を制御することによって、表面から厚み方向に発生する組成バラツキを大幅に低減できるという知見に基づき、その結果、特性バラツキの小さなアクチュエータを実現したものである。

#### 【0014】

即ち、本発明のアクチュエータは、基板の表面に、圧電セラミック層と該圧電セラミック層を挟持する一対の電極からなる変位素子が複数設けられ、全体の厚みが $100\mu\text{m}$ 以下のアクチュエータにおいて、前記圧電セラミック層と前記基板が、少なくともPb、Zr及びTiを含むペロブスカイト型結晶を主成分とし、且つ前記圧電セラミック層の表面と前記基板の内部とにおける組成比 $\text{Pb} / (\text{Ti} + \text{Zr})$ の最大差が0.02以下であることを特徴とするものである。

#### 【0015】

また、前記変位素子が、前記基板の表面に複数設けられていることが好ましい。これにより、より高速でより精密な印刷に対応できる印刷ヘッドに応用することができる。

#### 【0016】

さらに、前記基板及び前記圧電セラミック層の気孔率が1%以下であることが好ましい。これにより、磁器へのインク染み込みによる不良を抑制できる。

#### 【0017】

また、本発明のアクチュエータの製造方法は、少なくとも P b、Z r 及び T i を含むペロブスカイト型結晶を主成分とするグリーンシートを積層して内部及び表面に電極を設けた積層体を作製し、該積層体を高濃度酸素雰囲気中で焼成するアクチュエータの製造方法において、前記グリーンシートに含まれる P b 量が、前記ペロブスカイト型結晶の化学量論組成に相当する P b 量よりも多いことを特徴とするもので、これにより、本発明のアクチュエータを作製することができる。

#### 【0 0 1 8】

特に、前記グリーンシートに含まれる P b の過剰量が 1 ～ 5 質量%であることが好ましい。これにより、組成バラツキを抑制し、特性バラツキをさらに小さくすることが可能となる。

#### 【0 0 1 9】

また、前記グリーンシートの密度が  $4.2 \text{ g/cm}^2$  以上であることが好ましい。これにより、組成バラツキをより低減することが可能となる。

#### 【0 0 2 0】

さらに、前記積層体を  $1000^\circ\text{C} \sim 1100^\circ\text{C}$  で焼成することが好ましい。これにより、P b 蒸発を効果的に抑制できる。

#### 【0 0 2 1】

さらにまた、前記高濃度酸素雰囲気が、酸素を 9 8 % 以上含むことが好ましい。これにより、鉛酸化物の分解を抑制するため、アクチュエータとして特性バラツキをより小さくすることが可能となる。

#### 【0 0 2 2】

また、本発明の印刷ヘッドは、流路部材と、該流路部材の上に設けられた上記のアクチュエータとを具備し、前記アクチュエータを構成する前記変位素子の変位によって前記流路部材に設けられたインク流路に充填されたインクを吐出させることを特徴とするものである。これによって、高速で高精度のインク吐出を実現できる。

#### 【0 0 2 3】

#### 【発明の実施の形態】

本発明のアクチュエータは、図 1 に示したように、基板 2 の表面に、圧電セラ



ミック層 4 が共通電極 5 と個別電極 6 とで挟持されるように設けられた変位素子 7 が形成されてなり、アクチュエータ 1 の厚みが T で表現されている。

#### 【0024】

変位素子 7 を構成する圧電セラミック層 4 は、少なくとも Pb、Zr 及び Ti を含むペロブスカイト型結晶を主成分とすることが重要である。例えば、A サイト構成元素として Pb を含有し、且つ、B サイト構成元素として Zr 及び Ti を含有する結晶であり、このような組成にすることで、高い圧電定数を有する圧電セラミック層が得られる。

#### 【0025】

上記ペロブスカイト型結晶として、具体的に、 $\text{PbZrTiO}_3$  を例示できる。また、他の酸化物を混合しても良く、さらに、副成分として、特性に影響がない範囲であれば、A サイト及び／又は B サイトに他元素が置換しても良い。例えば、副成分として Zn、Sb、Ni 及び Te を添加し、 $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Sb}_{2/3})\text{O}_3$  及び  $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/2}\text{Te}_{1/2})\text{O}_3$  の固溶体であっても良い。

#### 【0026】

本発明によれば、上記ペロブスカイト型結晶における A サイト構成元素として、さらにアルカリ土類元素を含有することが望ましい。アルカリ土類元素としては Ba、Sr、Ca などが有り、特に Ba、Sr が高い変位を得られる点で好ましい。これにより、比誘電率が向上する結果、さらに高い圧電定数を示すことが可能となる。

#### 【0027】

具体的には、 $\text{Pb}_{1-x-y}\text{Sr}_x\text{Ba}_y(\text{Zn}_{1/3}\text{Sb}_{2/3})_a(\text{Ni}_{1/2}\text{Te}_{1/2})_b\text{Zr}_{1-a-b-c}\text{Ti}_c\text{O}_3 + \alpha \text{質量}\% \text{Pb}_{1/2}\text{NbO}_3$  ( $0 \leq x \leq 0.14$ 、 $0 \leq y \leq 0.14$ 、 $0.05 \leq a \leq 0.1$ 、 $0.002 \leq b \leq 0.01$ 、 $0.44 \leq c \leq 0.50$ 、 $\alpha = 0.1 \sim 1.0$ ) で表される化合物を例示できる。

#### 【0028】

この他にもマグネシウムニオブ酸鉛 (PMN系)、及びニッケルニオブ酸鉛 (PNN系) 等の Pb、Zr 及び Ti を含むペロブスカイト型結晶を用いることができる。

## 【0 0 2 9】

本発明のアクチュエータ 1 は、圧電セラミック層 4 の表面の  $Pb/(Ti + Zr)$  比と、基板 2 の内部の  $Pb/(Ti + Zr)$  比との最大差が 0. 0 2 以下に抑制することが重要である。この最大差が 0. 0 2 よりも大きいと、表面部の組成のずれによって変位素子 7 の特性バラツキが発生する。

## 【0 0 3 0】

このように組成の制御されたアクチュエータを、圧電方式のインクジェットプリンタにおける印刷ヘッドとして応用した時に、インクの吐出バラツキを抑制することができ、印刷速度や鮮明さ等のプリンタ特性の向上に大きく寄与できる。

## 【0 0 3 1】

本発明によれば、個別電極 6 が単一であっても良いが、印刷速度及び印刷精度を高めるため、複数存在しているのが良い。

## 【0 0 3 2】

共通電極 5、個別電極 6 の材質としては、導電性を有するものならば何れでも良く、Au、Ag、Pd、Pt、Cu、Al やそれらの合金などが用いられる。また、電極 5 及、6 の厚みとしては、導電性を有し且つ変位を妨げない程度である必要があり、0. 5 ~ 5  $\mu m$ 、特に 1 ~ 3  $\mu m$  程度が好ましい。

## 【0 0 3 3】

本発明のアクチュエータ 1 の厚み T は 1 0 0  $\mu m$  以下であることが大きな変位を得ることができ、アクチュエータ 1 としての特性を十分に発揮できる点で重要であり、特に 8 0  $\mu m$  以下、更には 6 5  $\mu m$  以下、より好適には 5 0  $\mu m$  以下が好ましい。なお、アクチュエータ 1 の厚み T とは、基板 2 及び変位素子 7 の層厚みを示すものである。また、アクチュエータ 1 の厚み T の下限値は、十分な機械的強度を有し、取扱い及び作動中の破壊を防止するため、3  $\mu m$ 、特に 5  $\mu m$ 、更には 1 0  $\mu m$ 、より好適には 2 0  $\mu m$  であることが好ましい。

## 【0 0 3 4】

また、変位素子 7 は気孔率が 1 % 以下、特に 0. 5 % 以下であることが好ましい。気孔率を低減させることによってアクチュエータ 1 の強度を高めるとともに、インクジェット印刷ヘッドとして用いる場合、磁器へのインクの染み込みによ

るインク漏れを効果的に抑制することが可能となる。

#### 【0035】

本発明のアクチュエータをインクジェットプリンタの印刷ヘッドとして用いる場合、圧電歪定数として、例えば  $d_{31}$  モードを利用することができる。インクジェットプリンタの印刷ヘッドとして十分な吐出能力を発揮し、高速で精細な印刷を実現するために、 $d_{31}$  が  $200 \text{ pm/V}$  以上、特に  $225 \text{ pm/V}$  以上、更には  $250 \text{ pm/V}$  以上であることが好ましい。

#### 【0036】

次に、本発明のアクチュエータの製造方法を、具体的に  $\text{Pb-Zr-Ti-O}_3$  系ペロブスカイト型結晶をインクジェットプリンタの印刷ヘッドに応用した場合を例として説明する。

#### 【0037】

先ず、原料粉末として、 $\text{Pb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{BaCO}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{SrCO}_3$ 、 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NiO}$ 、 $\text{TeO}_2$  を準備する。これらを、ペロブスカイト型結晶の化学量論組成に相当する  $\text{Pb}$  量よりも多くなるように  $\text{Pb}$  を加えた組成に調整し、混合する。特に、 $\text{Pb}$  量が、上記化学量論組成に対して  $1 \sim 5$  質量%、特に  $2 \sim 4$  質量% 過剰になるように調整することが、特性バラツキを低減してより優れた圧電特性を発現させる点で好ましい。

#### 【0038】

得られた混合粉末を、ロールコーター法、スリットコーターなどの一般的なテープ成形法により、圧電セラミック層と有機組成物からなるテープの成形を行い、グリーンシートを作製する。このグリーンシートには、 $\text{Pb}$  の含有量が、上記ペロブスカイト型結晶の化学量論組成に相当する  $\text{Pb}$  量よりも多いため、焼成後の磁器の組成バラツキを大幅に低減でき、本発明のアクチュエータを得るために重要である。

#### 【0039】

グリーンシートの一部には、その表面に共通電極及び個別電極を印刷法等により形成する。また、所望により、グリーンシートの一部にビアホールを形成し、その内部にビア導体を挿入する。

## 【0 0 4 0】

次いで、所望のグリーンシートを積層して積層体を作製し、さらに該グリーンシートと実質的に同一組成に有機組成物を加えた拘束シートを、上記積層体の両面若しくは片面に配置し、加圧密着を行う。

## 【0 0 4 1】

加圧密着後の積層体を、焼成炉の内部に配置し、高濃度酸素雰囲気下で焼成温度が900℃以上、特に1000～1100℃で焼成し、積層体中のPbの蒸発により組成が上記ペロブスカイト組成よりもPb不足になるのを防止することができ、その結果、組成比Pb / (Ti + Zr) 比の最大差が0.02以下の圧電体磁器を得ることができる。

## 【0 0 4 2】

加圧密着後のグリーンシートの生密度は、4.2 g / cm<sup>2</sup>以上、特に4.5 g / cm<sup>2</sup>以上であることが、内部からのPb蒸発を低減するため、Pbの組成バラツキを更に容易に抑制することができ、好ましい。

## 【0 0 4 3】

また、焼成時の酸素雰囲気における酸素濃度は、98%以上、特に99%以上であることが好ましい。これによって、鉛酸化物の分解を抑制でき、よりPbの蒸発量を低減し、組成のバラツキを抑制する効果があり、アクチュエータとして変位バラツキをより小さくすることが可能となる。

## 【0 0 4 4】

このようにして作製したアクチュエータは、組成バラツキのない100 μm以下の圧電磁器からなるアクチュエータを得ることができ、変位バラツキを10%以下に抑制することも容易であり、インクジェットプリンタの印刷ヘッドに用いるアクチュエータとして好適に利用することができる。

## 【0 0 4 5】

本発明の印刷ヘッドは、流路部材と、該流路部材の上に設けられた上記のアクチュエータとを具備し、前記アクチュエータを構成する前記変位素子の変位によって前記流路部材に設けられたインク流路に充填されたインクを吐出させるものである。

## 【0046】

本発明の印刷ヘッドの一例を図2(a)を用いて説明する。複数の溝であるインク流路13aが隔壁13bによって仕切られた構造を有する流路部材13が、本発明のアクチュエータ11に接着されている。即ち、流路部材13の表面に、基板12が接着材によって接着され、基板12の上に複数の変位素子17が設けられている。そして、基板12の変位素子17に当接する部位が、流路部材13の開口部であるインク流路13aに重なるようにそれぞれ設けられている。

## 【0047】

変位素子17は、圧電セラミック層14の一方の主面に共通電極15を、他方の主面に個別電極16を形成し、圧電セラミック層14を一对の電極15、16によって挟持された構造となっている。

## 【0048】

また、変位素子17の共通電極15及び個別電極16は、外部の駆動回路に電氣的に接続されており、駆動回路より共通電極15と個別電極16との間に電圧を印加すると、図2(b)に示したように、電圧が印加されて変位した変位素子17に対応するインク流路13a内のインクを加圧し、流路部材13の一端面に開口させたインク吐出孔18よりインク滴を吐出することができる。

## 【0049】

なお、本発明の印刷ヘッドは、図3(b)に示したように、複数の変位素子が基板上に配列されており、個々の変位素子が独立に制御され、個々に変位が行なわれることは言うまでもない。

## 【0050】

このような構成を採用することにより、高速で高精度なインク吐出を安定して行うことができ、鮮明な画像を高速で実現するプリンタに好適な印刷ヘッドを実現することができる。

## 【0051】

## 【実施例】

原料粉末として高純度の $Pb_2O_3$ 、 $ZrO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $BaCO_3$ 、 $ZnO$ 、 $SrCO_3$ 、 $Sb_2O_3$ 、 $NiO$ 、 $TeO_2$ の各原料粉末を、焼結体が $Pb_{1-x-y}S$

$r_x B a_y (Z n_{1/3} S b_{2/3})_a (N i_{1/2} T e_{1/2})_b Z r_{1-a-b-c} T i_c O_3$  ( $x = 0.04$ 、 $y = 0.02$ 、 $a = 0.075$ 、 $b = 0.005$ 、 $c = 0.4.2$ ) で表される組成となるように、所定量秤量し、さらに、この組成に対して表 1 に示す量の過剰 P b を添加した。

#### 【0052】

上記の調製された粉体を、ボールミルにより湿式で 20 時間混合し、しかる後に、この混合物を脱水、乾燥した。その後、900℃で 3 時間仮焼し、得られた仮焼物を再びボールミルで湿式粉碎した。

#### 【0053】

その後、この粉碎物に有機バインダー、水、分散剤と可塑剤とを混合し、スラリーを作製し、薄いグリーンシートを成形するために一般的に用いられるロールコーター法により、焼成後の厚さが表に示すサイズになるように予め収縮率を考慮したグリーンシートを作製した。

#### 【0054】

この後、金型を用いて上記グリーンシートを短形状に打ち抜き、複数枚の短形状シートを用意した。次に、この短形状シート面に、共通電極及び個別電極を A g - P d からなる電極用ペーストを用いてスクリーン印刷にて電極をグリーンシート表面に塗布した。

#### 【0055】

次いで、電極を塗布したグリーンシート及び電極を塗布していないグリーンシートを、図 1 に示す構造になるように、即ち基板の表面に複数の変位素子が形成されるように重ね、熱を加えて圧着し、積層アクチュエータ成形体を製作した。

#### 【0056】

最後に、この成形体を 400℃で脱脂した後、表 1 に示した条件で 2 時間の焼成を行い、得られた焼結体から超音波洗浄にて拘束シートを除去し、アクチュエータを得た。

#### 【0057】

得られたアクチュエータの厚みはマイクロメータで測定し、 $P b / (T i + Z r)$  は、焼結体を切断し、断面を E P M A で観察し、圧電セラミック層の表面及

び前記基板の内部における P b、T i、Z r の定量測定を行うとともに、その差を算出した。

#### 【 0 0 5 8 】

また、気孔率は、焼結体を切断し、その断面を鏡面状態に加工した後、顕微鏡で観察し、所定の面積内にある気孔の面積を求めて算出した。アクチュエータの  $d_{31}$  は、インピーダンスアナライザーを用いた共振法で 1 0 箇所測定し、その平均値を算出した。

#### 【 0 0 5 9 】

次に、アクチュエータをインクジェット用の印刷ヘッドに適応した。その時の変位バラツキをレーザードップラー振動計にて 1 0 箇所の変位素子の変位量を測定し、その平均値からのバラツキを算出した。なお、各変位量と平均値の差の最も大きな値を平均値で除し、百分率表示したものをバラツキとした。結果を表 1 に示した。

#### 【 0 0 6 0 】

【表 1】

試料 No.	グリーンシート		焼成条件		アクチュエータ					評価	
	Pb量	生密度	温度	雰囲気	厚み	Pb/(Ti+Zr)			気孔率	d <sub>31</sub>	変位
	過剰量			O <sub>2</sub> 濃度						平均	バラツキ
	質量%	g/cm <sup>3</sup>	°C	%	μm	表面	内部	差	%	pm/V	%
* 1	0	4.5	1000	98	15	0.960	1.000	0.040	0.8	190	8.0
2	1	4.5	1000	98	15	0.970	0.982	0.012	0.8	270	1.2
3	2	4.5	1000	98	15	0.971	0.984	0.013	0.8	290	1.3
4	3	4.5	1000	98	15	0.982	0.997	0.015	0.8	280	1.6
5	5	4.5	1000	98	15	0.991	1.008	0.017	0.8	260	1.8
6	6	4.5	1000	98	15	1.000	1.020	0.020	0.8	200	2.0
7	2	4.5	1000	98	1	0.971	0.986	0.015	0.8	340	2.0
8	2	4.5	1000	98	3	0.970	0.985	0.015	0.8	330	1.9
9	2	4.5	1000	98	5	0.971	0.986	0.015	0.8	325	1.8
10	2	4.5	1000	98	10	0.972	0.987	0.015	0.8	320	1.7
11	2	4.5	1000	98	30	0.969	0.984	0.015	0.8	250	1.5
12	2	4.5	1000	98	50	0.971	0.986	0.015	0.9	220	1.3
13	2	4.5	1000	98	65	0.972	0.987	0.015	0.9	220	1.3
14	2	4.5	1000	98	80	0.968	0.983	0.015	1	220	1.5
15	2	4.5	1000	98	100	0.972	0.987	0.015	1.1	200	1.6
* 16	2	4.5	1000	98	150	0.970	0.985	0.015	1.3	150	2.1
17	2	4.5	920	98	15	0.971	0.985	0.014	2	200	2.0
18	2	4.5	1000	98	15	0.970	0.985	0.015	0.5	295	1.5
19	2	4.5	1100	98	15	0.960	0.980	0.020	0.9	280	2.0
* 20	2	4.5	1200	98	15	0.951	0.986	0.035	0.9	265	5.5
21	2	4.2	1000	98	15	0.972	0.989	0.017	1	220	2.0
22	2	4.5	1000	98	15	0.971	0.986	0.015	0.6	260	1.6
23	2	4.8	1000	98	15	0.971	0.986	0.015	0.4	280	1.5
24	2	4.5	1000	99	15	0.968	0.980	0.012	0.4	270	1.4
25	2	4.5	1000	99.9	15	0.970	0.981	0.011	0.3	290	1.3

\* 印は本発明の範囲外の試料を示す

## 【0061】

本発明の試料No. 2～15及び17～19及び21～25は、d<sub>31</sub>が200 pm/V以上、変位バラツキが2%以下であった。これらの値はインクジェットプリンタとして十分に機能するものであることが確認できた。

## 【0062】

一方、Pbが化学量論組成として調合された試料No. 1は、組成比Pb/(Ti+Zr)の最大差が0.04と大きいため、d<sub>31</sub>が190 pm/Vと低く、変位バラツキが8%と大きかった。

## 【0063】

また、アクチュエータの厚みが150 μmと大きく本発明の範囲外の試料No. 16は、d<sub>31</sub>が150 pm/Vと低く、インクジェットプリンタの印刷ヘッド



としては特性が十分ではなかった。

#### 【0 0 6 4】

さらに、焼成温度が1 2 0 0℃と高いため、組成比P b / (T i + Z r) の最大差が0. 0 3 5 と大きい本発明の範囲外の試料N o. 2 0 は、変位バラツキが5. 5 % と大きかった。

#### 【0 0 6 5】

##### 【発明の効果】

本発明は、P b、Z r 及びT i を含むペロブスカイト型結晶を主成分とする圧電体を用いたアクチュエータにおいて、P b を化学量論組成よりも過剰に添加し、得られた焼結体のP b / (T i + Z r) のバラツキを0. 0 2 以下に抑制することにより、アクチュエータの変位バラツキを低減でき、これをインクジェット用の印刷ヘッドに用いることによって、記録される文字や画像にバラツキがなく、鮮明度の高い高速印字の可能な印刷ヘッドを提供できる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明のアクチュエータを示す概略断面図である。

##### 【図 2】

本発明の印刷ヘッドの構造を示すもので、(a) は概略断面図、(b) は変位素子の変位した状態を示す概略断面図である。

##### 【図 3】

従来の印刷ヘッドの構造を示すもので、(a) は概略断面図、(b) は概略平面図である。

##### 【符号の説明】

- 1、1 1 . . . アクチュエータ
- 2、1 2 . . . 基板
- 4、1 4 . . . 圧電セラミック層
- 5、1 5 . . . 共通電極
- 6、1 6 . . . 個別電極
- 7、1 7 . . . 変位素子

1 3 . . . 流路部材

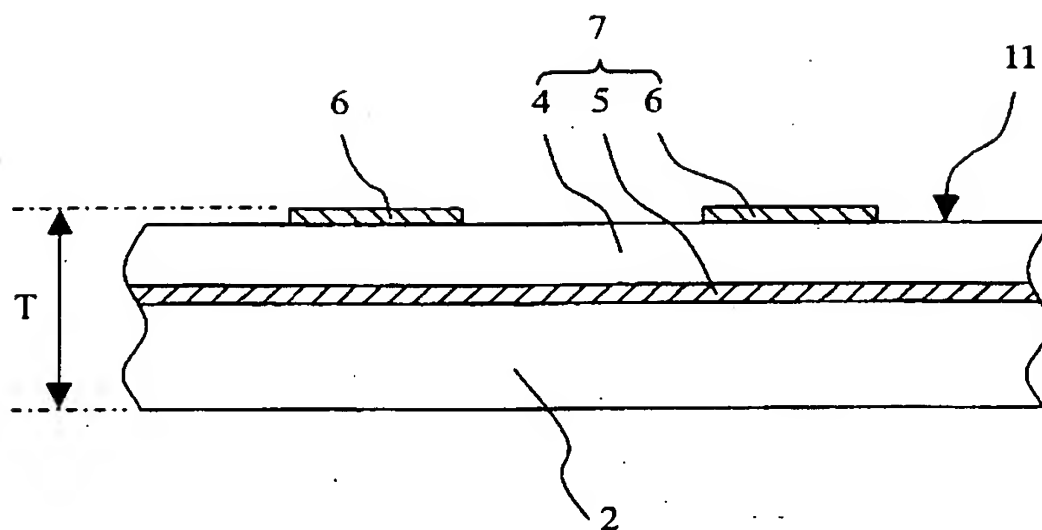
1 3 a . . . インク流路

1 3 b . . . 隔壁

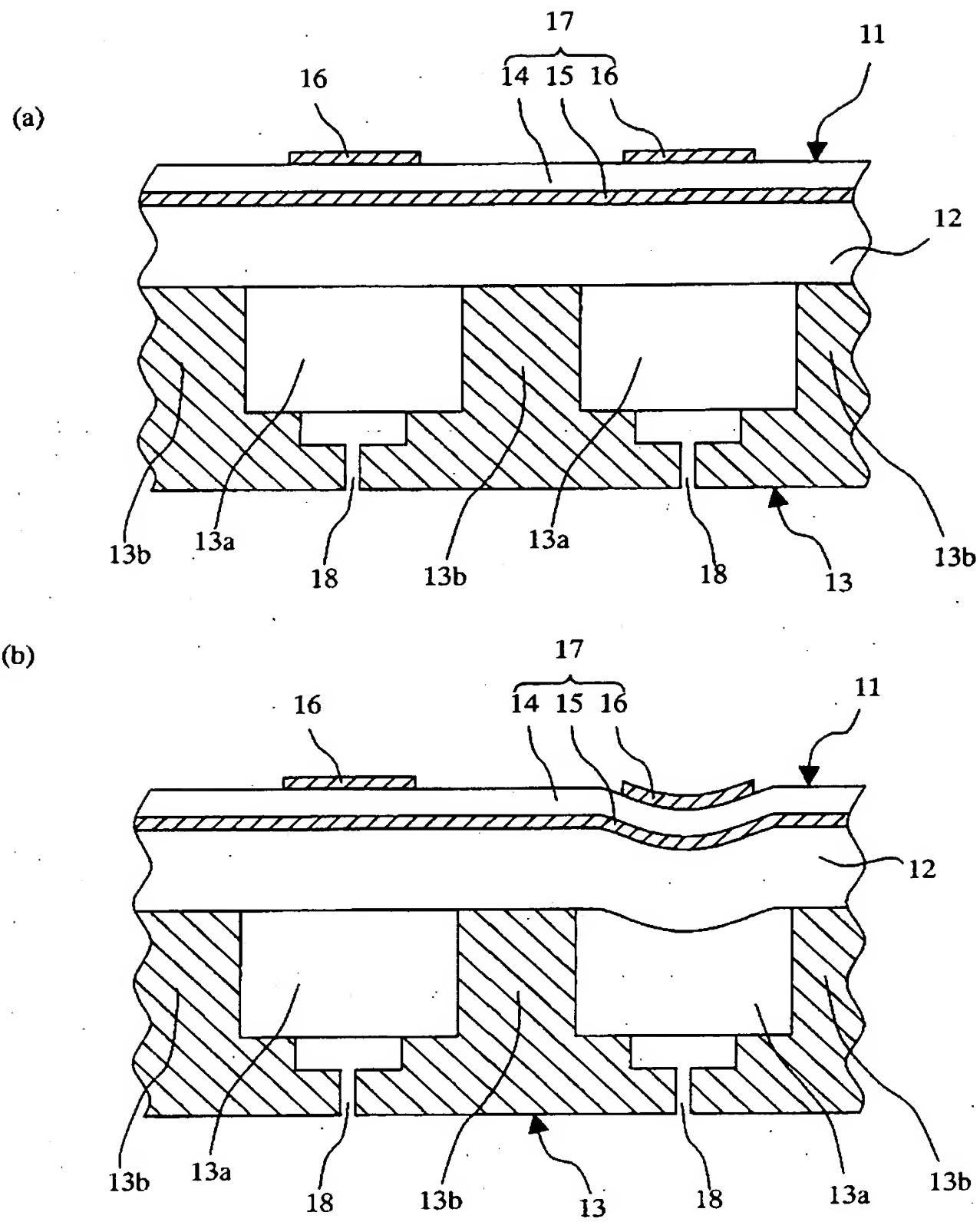
1 8 . . . 吐出孔

【書類名】 図面

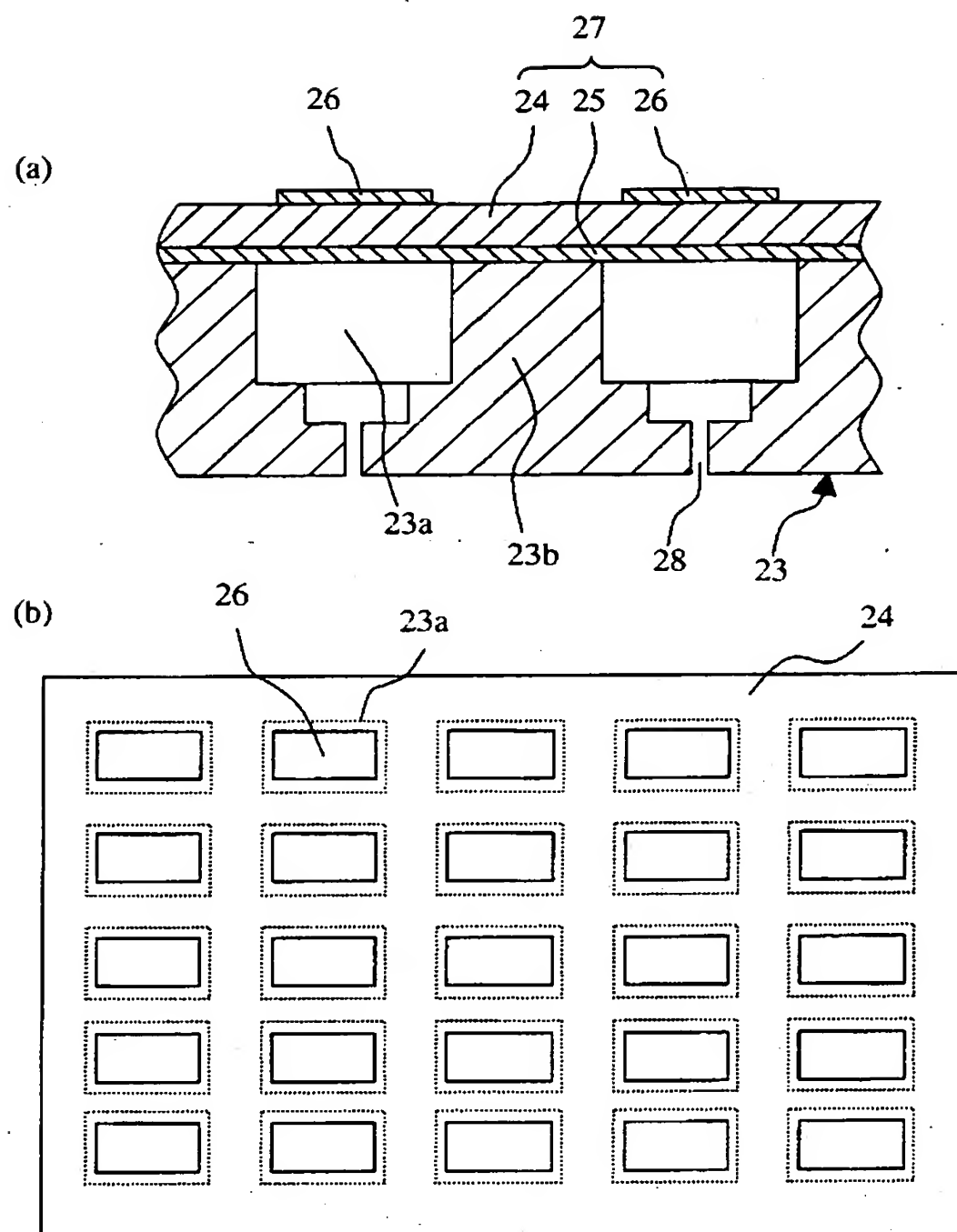
【図 1】



【図 2】



【図 3】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 組成バラツキのない圧電磁器からなる  $100\mu\text{m}$  以下のアクチュエータとその製造方法を提供し、また、それを用いたインクジェット印刷ヘッドを提供する。

**【解決手段】** 基板 2 の表面に、圧電セラミック層 4 と該圧電セラミック層 4 を挟持する一対の電極 5、6 からなる変位素子 7 が設けられ、全体の厚みが  $100\mu\text{m}$  以下のアクチュエータ 1 において、前記圧電セラミック層 4 と前記基板 2 が、少なくとも Pb、Zr 及び Ti を含むペロブスカイト型結晶を主成分とし、且つ前記圧電セラミック層 4 の表面と前記基板 2 の内部とにおける組成比  $\text{Pb} / (\text{Ti} + \text{Zr})$  の最大差が 0.02 以下であることを特徴とする。

**【選択図】** 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 0 3 5 4 8
受付番号	5 0 2 0 1 5 6 6 7 4 9
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 4 年 1 0 月 1 8 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年10月17日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 0 3 5 4 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 6 3 3 ]

1. 変更年月日      1 9 9 0 年    8 月 1 0 日  
  [変更理由]      新規登録  
    住 所          京都府京都市山科区東野北井ノ上町 5 番地の 2 2  
    氏 名          京セラ株式会社
  
2. 変更年月日      1 9 9 8 年    8 月 2 1 日  
  [変更理由]      住所変更  
    住 所          京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地  
    氏 名          京セラ株式会社